

Fernere Bemerkungen über den Bau der Ganoiden.

Von

J o h. M ü l l e r.

(Gelesen in der Akad. der Wissensch. zu Berlin am 12. März 1846.)

In der Abhandlung über den Bau der Ganoiden (Archiv f. Naturgesch. 1845. Heft 1) habe ich einige wesentliche innere Eigenthümlichkeiten der Ganoiden bekannt gemacht und gezeigt, dass diese Thiere, welche den Knochenfischen im Besitz des Kiemendeckels gleichen, von diesen durch den Besitz einer Muskelschicht auf dem Arterienstiel und durch mehrfache Klappenreihen innerhalb des Arterienstiels, sowie durch den Besitz eines Chiasma nervorum opticorum abweichen, während die Knochenfische nur 2 Klappen am Ostium arteriosum der Kammer und keine Fortsetzung des Muskelfleisches des Herzens auf den Arterienstiel besitzen, ihre Sehnerven aber ohne Vermischung einfach kreuzend über einander weggehen. In diesen Beziehungen stimmen also die Ganoiden mit den Knochenfischen gar nicht, aber gänzlich mit den Selachiern (Haifischen, Rochen und Chimären). Ansßer diesen allgemeinen und absoluten inneren Charakteren der Ganoiden erwähnte ich andere, welche den Ganoiden zwar auch eigenthümlich sind, insofern sie niemals bei eigentlichen Knochenfischen beobachtet werden, welche aber doch nicht bei allen Ganoiden vorkommen. Dahin rechnete ich unter andern die Existenz einer respiratorischen Kiemendeckelkieme und der Spiraklappe im Darmkanal. Erstere erscheint bei den Stören, *Scaphirhynchus* und *Lepisosteus*, fehlt aber den *Polypterus* und *Spatularia*, die letztere wird bei den Stören, *Scaphirhynchus*, *Spatularia*, *Polypterus* beobachtet, während sie den *Lepisosteus* zu fehlen schien. Der Mangel der Spalte in der Netzhaut der Ganoiden war auch noch nicht allgemein beobachtet. Der

Zweck der gegenwärtigen Mittheilung ist, zu zeigen, dass die absoluten oder constant allgemeinen Charaktere der Ganoiden zahlreicher sind und mehrere der Charaktere, welche allen Knochenfischen fehlen, aber nicht allen Ganoiden eigen zu sein schienen, in der That allgemeiner sind.

Seit der letzten Abhandlung haben sich die Materialien zur Anatomie der Ganoiden bedeutend vermehrt. Herr Dr. Roemer hat mir eine *Spatularia* und eine hinreichende Anzahl von Exemplaren des langschnautzigen *Lepisosteus* in Weingeist aus Nordamerika geschickt.

Die neu erhaltenen *Lepisosteus* haben noch viel mehr Klappen im Arterienstiel des Herzens als das in Paris untersuchte Exemplar, auch ist die Anordnung der Klappen verschieden. In dem Pariser Exemplar waren 5 gleich ausgebildete Längsreihen von 8 Klappen, also im Ganzen 40 Klappen vorhanden. In den neulich untersuchten Exemplaren sind 8 Längsreihen von Klappen, darunter 4 Reihen grösserer und 4 Reihen kleinerer Klappen dazwischen. Die Hauptreihen enthalten 9 Klappen, die Nebenreihen theilweise weniger. Wären alle Klappenreihen gleich ausgebildet, so wären 72 Klappen vorhanden, es sind aber nur gegen 54 bis 60 ausgebildet. Dieser Unterschied zeigt schon spezifische Verschiedenheit an. Die von Dr. Roemer erhaltenen Exemplare sind die gewöhnliche langschnautzige Art *Lepisosteus bison* De Kay zool. of New-York part. III. Albany 1842. p. 271. Tab. 43. Fig. 139. (*Lepidosteus osseus* Agass. poiss. foss. II. 2. p. 2. Tab. A. Fig. inf. et sup.). Bei dem Pariser Exemplar war die Schnautze kürzer, so wie beim Caiman Encycl. method. Tab. 71. Fig. 292. *Lepisosteus platyrhynchus* De Kay p. 273. Tab. 43. Fig. 137. *L. semiradiatus* Ag. poiss. foss. II. Tab. A. Fig. med., welche identisch zu sein scheinen. *Spatularia* hat innerhalb des muskulösen Arterienstiels 4 Längsreihen Klappen, in jeder 3.

Eine wichtige neue Thatsache aus der Anatomie der Ganoiden betrifft die Ganoiden ohne Kiemendeckelkieme, *Polypterus* und *Spatularia*.

Bei denjenigen Ganoiden, bei welchen die respiratorische Kiemendeckelkieme fehlt, scheint die Kiemenarterie doch nothwendig einen Ast zum Kiemendeckel zu geben, so dass diese Arterie gleichsam als Aequivalent jener Kieme oder als Aorten-

bogen anzusehen ist. Ich habe dies, ohne es eben zu suchen, beim *Polypterus bichir* beobachtet und es verhielt sich in mehreren Exemplaren in gleicher Weise. Denselben Ast der Kiemenarterie zum Kiemendeckel fand ich dann auch bei der mir von Dr. Roemer gesandten *Spatularia* ¹⁾.

Hieraus geht wieder die tiefere Gesetzmässigkeit hervor, welche selbst die Abweichungen beherrscht. Bei Knochenfischen ist die Verzweigung der Kiemenarterie immer auf die Kiemen beschränkt und es ist nie beobachtet worden, dass sie sich am Kiemendeckel verzweigt hätte. Wohl aber kennen wir zu jenem Verhalten ein nicht ganz analoges Beispiel bei *Lepidosiren*, wo die Kiemenarterie an der Kehlseite des Kopfes sich verzweigt. Bei *Lepidosiren* erklärt sich die Erscheinung aus der Gegenwart der Lungen, welche hellrothes Blut zum Herzen schicken, so dass der Arterienstamm vom Herzen gemischtes Blut zu den Kiemen sowohl, wie durch jenen Ast und die Aortenbogen zum Körper führt. Bei *Polypterus* und *Spatularia* ist die Erscheinung aus dem Eingehen der Kiemendeckelkieme zu erklären.

Die Verbreitung der Kiemenarterie in eine noch vor den Kiemenbogen liegende wahre Kieme ist allgemein bei den Selachiern. Alle von mir untersuchten Gattungen von Haifischen,

¹⁾ Dies Exemplar ist $1\frac{1}{2}$ Fuss lang und hat Zähne im Oberkiefer, Gaumenbeinen, Unterkiefer und auf dem vordern Theil der zwei ersten Kiemenbogen, also *Polyodon folium* Lacep., der aber vielleicht nur das junge der *Planirostra edentula* ist; denn alle bisher beobachteten Exemplare mit Zähnen waren jung und alle ohne Zähne waren grössere. Siehe vergl. Anat. der Myxinoiden I. p. 148. Auf der Schwanzfiste sind Fulcra wie bei den Stören und die Seiten des obern Lappens der Schwanzflosse sind auch mit länglichen Knochen tafeln belegt. Der Isthmus der Kehle und die hintere und untere Circumferenz der Kiemenhöhle sind mit dreilappigen Kartenherzförmigen zerstreuten Schüppchen besetzt. Lacedede hat sich geirrt, wenn er dem *Polyodon* 5 Kiemenbogen zuschrieb, es sind nur 4. Dasselbe Schicksal haben die Störe gehabt. Brandt schreibt ihnen 5 Kiemenbogen mit Kiemenblättern (und ausserdem die Kiemendeckelkieme) zu, aus Brandt und Ratzeburg ist dies Versehen in die Monographie der Störe von Heckel und Fitzinger übergegangen. Kein Stör hat mehr als 4 Kiemenbogenkiemen und dazu die Kiemendeckelkieme.

Rochen, auch die Chimaeren haben eine der Kiemendeckelkieme der Ganoiden analoge Vorkieme (von einer Pseudobranchie wohl zu unterscheiden) und ist also eben bewiesen worden, dass die Gefässe dieser Vorkieme aus der Kiemenarterie entspringend, selbst dann noch vorhanden sind, wenn die Vorkieme durch regressive Metamorphose eingegangen ist.

Ich habe schon früher ein ganz ähnliches gesetzmässiges Verhalten bei den Gefässen der Pseudobranchien nachgewiesen. Dort handelt es sich aber um Arterien, die aus Kiemenvenen, nicht aus Kiemenarterien entspringen und welche also hellrothes Blut führen. Ich erlaube mir den Leser an die in der vergleichenden Angiologie der Myxinoiden niedergelegten Thatsachen zu erinnern. Es giebt nämlich Haifische mit Pseudobranchien im Spritzloch und ohne Pseudobranchien, selbst ohne Spritzlöcher. Dieselbe Carotis, welche bei den erstern durch das Wundernetz der Pseudobranchie durchgeht, nämlich sich darin auflöst und daraus von neuem zusammensetzt, dieselbe macht bei *Scymnus* am Spritzloch nur eine Doppelschlinge, weil die Pseudobranchie fehlt, oder macht bei den *Carcharias* ohne Spritzlöcher und ohne Pseudobranchien, an der Stelle, wo diese sein sollten, ein plexusartiges Gewinde, um dann wieder einfach fortzugehen. Die Gefässe beobachten also ganz dasselbe gesetzmässige Verhalten beim Verschwinden der wahren Kiemen wie der falschen Kiemen, im ersten Fall entsteht aus einem dunkelrothes Blut führenden Ast der Kiemenarterie zur Kiemendeckelkieme durch das Verschwinden der letztern eine Körperarterie; im zweiten Fall entsteht aus einem hellrothes Blut führenden Ast der Kiemenvenen, nämlich aus der Arterie der Pseudobranchie durch das Verschwinden der Pseudobranchie eine Körperarterie. Die in den *Scymnus* fehlende Pseudobranchie habe ich im frühen Fötusalter gefunden. Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin a. d. J. 1840. p. 252. Hier darf man wohl fragen, sollten die *Polypterus* und *Spatularia* nicht auch im Fötuszustande die Kiemendeckelkieme der *Acipenser*, *Scaphirhynchus*, *Lepisosteus* besitzen, welche der allgemeine Plan der Ganoiden aufnimmt und ist das von uns gefundene Aequivalent nicht auch ebenso durch Reduction einer Kiemendeckelkieme her-

vorgegangen? Wenn es aber auch nicht wäre, so ist doch in dem hier beschriebenen von allen Knochenfischen abweichenden Verhalten dem allgemeinen Plan der Ganoiden genug gesehehen.

So wie nun in dem Kiemendeckelast der Kiemenarterie bei *Polypterus* und *Spatularia* ein letzter Rest der Kiemendeckelkieme erhalten ist, eben so findet sich bei *Lepisosteus* eine Spur des Spritzlochs. Als solche betrachte ich eine blinde Vertiefung am Gaumen nach innen von der Pseudobranchie, bei einzelnen Individuen dringt sie tiefer ein und bildet einen engen Kanal, in ähnlicher Weise wie bei denjenigen Haifischen, die kein durchbohrendes Spritzloch besitzen, den *Carcharias*. Da dieser Kanal bei dem Fötus der *Carcharias* durchbohrend ist, so lässt sich dasselbe von den frühesten Jugendzuständen der *Lepisosteus* vermuthen. Der blinde Kanal findet sich auch am Gaumen der *Scaphirhynchus*.

In der vorigen Abhandlung musste ich wegen Mangels an Materialien das Verhältniss der Gefässe der Kiemendeckelkieme zu denen der Pseudobranchie dunkel lassen, es wurde nun vollends aufgeklärt. Die erstere erhält ihr Blut aus der Kiemenarterie, die Kiemenvene der respiratorischen Kiemendeckelkieme verwandelt sich in die Arterie des Kiemendeckels. Diese schlägt sich nach aussen um die Einlenkung des Zungenbeins am Os temporale, dringt wieder zur innern Seite des Kiemendeckels und giebt die Arterie der Pseudobranchie. Die Vene der Pseudobranchie wird Carotis interna. Es steht also fest, dass die Kiemendeckelkieme der *Lepisosteus* respiratorisch ist wie beim Stör, dass die andere Nebenkieme aber Pseudobranchie oder Wundernetz ist, und zwar Rete mirabile caroticum, wie bei den Plagiostomen und Stören ist, wie ich es in meiner ersten Abhandlung voraus gesagt hatte.

Die *Lepisosteus* haben 2 Carotideu, eine äussere und innere, von diesen Arterien steht nur die innere in der erwähnten Beziehung zu der Pseudobranchie als Wundernetz. Die Carotis facialis des *Lepisosteus* entsteht auf jeder Seite als ein Ast der Kiemenvene der ersten der 4 Kiemen und dringt jederseits durch eine besondere Oeffnung des grossen Flügels des Keilbeins in die Schläfenhöhle ein, um sich in den äusseren und vorderen Theilen des Kopfes zu verästeln. Die *Le-*

pisosteus zeichnen sich vor allen Fischen durch den Besitz der Processus pterygoidei (gebildet vom basilare sphenoidium und der ala magna) und die Einlenkung der Ossa pterygoidea an diesen Fortsätzen aus, wovon mir weder unter den Ganoiden, noch überhaupt unter den Fischen ein anderes Beispiel bekannt ist. An der innern Seite dieses Gelenkes ist der Processus pterygoideus vom Basilare sphenoidium durch einen Halbkanal abgesetzt. In diesen tritt die aus der Pseudobranchie kommende Carotis interna von unten ein, um sich nach aufwärts zu wenden, und über jener Furche tritt auch sogleich die Carotis interna durch eine Oeffnung ins Innere der Schädelhöhle. Daher sich bei Injection der Vene der Pseudobranchie mit Quecksilber die Gefässe im Innern der Schädelhöhle füllen.

Polypterus hat eine unpaare Carotis interna, welche aus dem Zusammenfluss der Kiemenvenen entsteht und sehr eigenthümlich in der Mitte die Basis des Hinterhauptbeins durchbohrt.

Die Arterien der zelligen Schwimmblase des *Lepisosteus* entspringen in grosser Anzahl aus der Aorta, die Venen gehen zu den beiden Subvertebralvenen zurück. Die zellige Schwimmblase ist daher auch hier der Natur einer Lunge fremd.

Bei *Polypterus* entspringen die Arterien der Schwimmblasen aus der letzten Kiemenvene jeder Seite ungefähr an der Mitte des an die Kiemenhöhle angewachsenen Kiemenbogens. Die Venen der Schwimmblasen gehen zur mittlern Hohlvene, welche auch die Lebervenen aufnimmt. Diese unpaarige eigentliche Hohlvene, welche von den paarigen Subvertebralvenen zu unterscheiden, kommt als ein ansehnlicher Stamm vom hintern Ende der Bauchhöhle vor dem After, wo sie mit den Subvertebralvenen und der Vena caudalis zusammenhängt; am hintern Ende der rechten grössern Schwimmblase, welche bis an den After reicht, schlägt sie sich um das hintere Ende der Schwimmblase vor dieselbe und begleitet sie, zwischen ihr und dem rechten sehr langen Leberlappen gelegen, bis zum Diaphragma. Sie nimmt sehr viele quere Aeste aus der rechten Schwimmblase und zuletzt die Hauptvenenstämme der rechten und linken Schwimmblase auf.

Die Schwimmblasen des *Polypterus* sind ganz von einer

Muskelhaut umgeben, ihre Schleimhaut zeigt nur sehr feine parallele Fältchen in schiefen Reihen. Bei *Lepisosteus* bildet die Musculatur Fleischbündel auf den Balken der Zellenabtheilungen, aber die Anordnung der kleinen Zellen ist von den Trabeculae carneaee ganz unabhängig.

Alle Ganoiden besitzen wie die Selachier eine Schilddrüse. Es ist die zuerst von Stenonis (Anat. Rajae) bei den Rochen entdeckte Drüse, welche in der Mitte unter dem Kiemengerüst zwischen diesem und der Kiemenarterie liegt. Sie ist neulich von Simon beim Störe als Schilddrüse beschrieben, sie findet sich an derselben Stelle auch bei *Polypterus* und *Lepisosteus*, gewöhnlich ist sie einfach, beim *Polypterus* ist sie doppelt, ihr mikroskopischer Bau stimmt völlig mit der Struktur der Schilddrüse.

Die Gefässdrüsen auf der Oberfläche des Herzens der Störe erscheinen bei den Spatularien wieder.

Agassiz, Valentin und van der Hoeven haben in ihren Beschreibungen der Eingeweide des *Lepisosteus* die Spiralklappe des Darms nicht bemerkt. Da die von mir untersuchten Exemplare des zoologischen Museums zu Paris ohne Baucheingeweide, die im anatomischen Cabinet aufgestellten Eingeweide aber nicht zur Hand waren, so musste ich es dabei bewenden lassen. Nun finde ich aber bei Untersuchung der aus Nordamerika erhaltenen Exemplare, dass die Spiralklappe allerdings vorhanden ist, sie ist nur rudimentär, sowohl in Hinsicht ihrer Länge als ihrer Höhe. Der grösste Theil des Darms ist davon frei, sie befindet sich erst gegen das Ende vor dem Mastdarm; sie macht nur 3 Schraubengewindungen und ist ganz niedrig, so dass sie functionell (Vermehrung der Oberfläche) ohne Wirksamkeit ist und nur ein Ausdruck des allgemeinen Planes der Organisation der Ganoiden ist. Man sieht daraus auch, dass die Spiralklappe derjenigen Fische, welche sie besitzen, Ganoiden, Sirenoiden, Plagiostomen, sich von der Grenze zwischen dem chylopoetischen Darm und Mastdarm aus zu entwickeln beginnt, dass sie von unten nach oben, nicht von oben nach unten an Länge zunimmt. Das Maximum ihrer Entwicklung erreicht sie, wenn sie wie bei Plagiostomen und beim *Poly-*

pterus bis zur Stelle, wo sich die Galle ergiesst oder bis zur Duodenalportion des Darmes hinaufreicht.

Die Existenz der Spiralklappe gehört nunmehr unter die absoluten oder allgemeinen Charaktere aller Ganoiden, aber bei keinem Knochenfisch ist etwas der Art beobachtet. Mehrreihige Klappen des Arterienstiels, Muskellage auf demselben und Spiralklappe des Darms scheinen sich gegenseitig zu bedingen, wie bei den Selachiern, auch bei den Ganoiden. Wir kennen keine Ausnahme. Könnten wir einen Ganoiden mit Spiralklappe des Darms, dessen Arterienstiel und Herzklappen noch nicht untersucht wären, so könnten wir voraussagen, dass er eine Muskellage auf demselben und inwendig mehrfache Klappenreihen besitze. Und umgekehrt wäre uns letzteres bekannt, der Darm aber noch nicht untersucht, so könnten wir mit eben so viel Gewissheit voraussagen, dass die Spiralklappe vorhanden sein werde. Die *Lepidosiren* unterscheiden wir mit Recht von den Ganoiden.

Die Geschlechtsorgane sind bei den Ganoiden nicht nach einem gemeinsamen Plane gebildet, es giebt vielmehr unter den Ganoiden in dieser Hinsicht eben solche tiefe Unterschiede wie unter den Familien der Knochenfische. Bei den Stören und *Polypterus* münden die Eileiter frei in die Bauchhöhle, und die Eier werden aus der Bauchhöhle durch die Trichter der Eileiter aufgenommen. *Lepisosteus* hat Abdominalöffnungen neben dem After. Die Eierstöcke sind sackförmig, die Eier entwickeln sich in der Dicke der innern Wand des Sackes, welcher sich in den Eileiter fortsetzt. Die Eileiter gehen nicht aus dem Ende, sondern aus der Mitte der Länge der Säcke ab, so dass die Säcke nach vorn und hinten blind sind. Die männlichen Geschlechtstheile bieten nichts eigenthümliches dar, der Samenleiter hat in seinem Verlauf einige blasenartige Erweiterungen, seine Verzweigung in den Hoden und der ganze Hoden liess sich vom Samenleiter aufblasen. Der Samenleiter führt in den Harnleiter. Eine eigentliche Harnblase ist nicht vorhanden, aber vor der Ausmündung des Canalis urogenitalis befindet sich eine beträchtliche sackartige Erweiterung, in welche beim Weibchen auch die Eileiter einmünden. Die Harnblase fehlt auch den *Polypterus*. Der Umstand, dass es im Bau der Geschlechtsorgane der Ganoiden

so grosse Unterschiede giebt, wie zwischen den Familien der Knochenfische, ist sehr interessant für die Bedeutung und den Umfang der Abtheilung, welche die Ganoiden im System einnehmen müssen. Man sieht allein schon daraus, dass sie viel mehr als eine Familie sind, und dass man ihre anatomischen Eigenthümlichkeiten in keinem Fall als Charaktere einer besondern Familie von Knochenfischen ansehen kann. Ihre Auffassung als Unterklasse auf gleichem Range wie die Selachier, Knochenfische, Cyclostomen, Sirenoiden wird hierdurch bestätigt und ebenso wird die Familienverschiedenheit der *Lepisosteus* und *Polypterus* von neuem bewiesen.

Im Auge des *Lepisosteus* fehlt der Spalt der Retina und Processus falciformis wie bei *Polypterus*, und auch die Choroidealdrüse ist nicht vorhanden. Das Gehirn hatte sich nicht erhalten.

Die Augennerven vertheilen sich bei beiden Fischen wie gewöhnlich zu den Augenmuskeln, aber in dem Ursprung derselben bietet *Lepisosteus* eine sehr auffallende Abweichung dar, die ich in mehreren Exemplaren immer gleich fand. Nervus trochlearis und oculomotorius sind mit Aesten des Trigemini vereinigt, d. h. sind Zweige von Aesten des Trigemini, beim Ursprung am Gehirn mögen sie wohl getrennt sein und dann in den Trigemini eingeschlossen werden, von dem sie sich durch Präparation nicht trennen lassen. Trigemini tritt durch 2 Oeffnungen aus dem Schädel, ein kleinerer Strang durch eine besondere Oeffnung in der Ala parva, der übrige Theil des Stammes durch eine Oeffnung zwischen der Ala magna und Ala parva. Der erste Ast wird dann zusammengesetzt aus zwei Wurzeln aus beiden Stämmen. Nervus trochlearis und oculomotorius sind Zweige des durch eine besondere Oeffnung der Ala parva durchgehenden Astes des Trigemini. Der Stamm für den Rectus superior, internus, inferior und obliquus inferior schliesst auch die Fasern für die Nervuli ciliares ein. Nervus abducens dagegen tritt mit dem hintern Theil des Stammes des Trigemini aus einer Oeffnung zwischen dem grossen und kleinen Flügel des Keilbeins heraus.

Beim *Polypterus* sind die Augenmuskelnerven sämmtlich

selbstständig. Trochlearis geht zu vorderst durch eine besondere Oeffnung, die beiden andern Muskelnerven mit dem ersten Ast des Trigemini durch eine andere Oeffnung. Zum ersten Ast des Trigemini tritt noch eine Wurzel von dem weiter hinten austretenden übrigen Stamm des Trigemini hinzu. Die Oeffnung für den Trochlearis und die Oeffnung für den ersten Ast des Trigemini, oculomotorius und abducens befinden sich in der herabsteigenden Lamelle des Stirnbeins, die Oeffnung für den übrigen Stamm des Trigemini zwischen Stirnbein und Keilbein.

Der Ramus opercularis des Trigemini erscheint bei *Lepisosteus* und *Polypterus* in gleicher Weise wie bei den Knochenfischen, beim *Lepisosteus* tritt er durch einen Kanal der Ala magna vom Trigemini ab, durchbohrt dann das Os temporale, verläuft nun eine Strecke an der äussern Seite des Pracoperculum und tritt dann erst auf die innere Seite des Kiemendeckels. Ich verweise auf die Abbildungen, die ich in den Abhandlungen der Akademie geben werde.

Die Nebenkienmen des *Lepisosteus* erhalten Zweige vom N. glossopharyngeus, der sich bei beiden Fischen mit dem Ramus opercularis trigemini verbindet und sich wie gewöhnlich verästelt.

Nervus vagus tritt beim *Lepisosteus* durch eine Oeffnung des Occipitale laterale, beim *Polypterus* zwischen Occipitale und Mastoideum aus. Beim *Polypterus* erhält die längere rechte Schwimmblase vom rechten und linken Ramus intestinalis Zweige, die kleine linke Schwimmblase nur vom linken Ramus intestinalis. *Lepisosteus* besitzt nur einen Seitennerven, *Polypterus* hat deren zwei vom Vagus, einen obern und einen untern, der erstere verläuft nahe der obern Mittellinie unter dem Schuppenpanzer, der untere geht an der Seitenlinie her mit dem Seitenlymphgang, beide liegen über den knopfförmigen Enden der rippenartigen (aber von den Rippen zu unterscheidenden) Fleischgräthen, welche sich mit den Schuppen der Seitenlinie verbinden.

Hinter dem Vagus treten beim *Polypterus* noch 2 Nerven durch den Schädel, durch Löcher des Os occipitale, nämlich der Hypoglossus für den Musculus sternohyoideus und ein Nerve für die Brustflosse, welche letztere ausserdem noch 2

Spinalnerven erhält. Bei *Lepisosteus osseus* treten noch 4 Nerven hinter dem Vagus durch das Hinterhauptsbein, drei, wovon der vorderste sehr fein, durch Löcher des Occipitale laterale, der vierte durch eine Oeffnung im aufsteigenden Theil des Occipitale basilare, die beiden ersten verbinden sich ausen zum Nervus hypoglossus für den Musculus sternohyoideus. Die beiden hintern gehen zur Brustflosse. Hieraus ersieht man klar, dass auf die Zahl der letzten Hirnnerven oder Schädeldurchgänge hinter dem Vagus durchaus kein Werth zu legen ist und eine übereinstimmende Zahl von Hirnnerven für die Wirbelthiere gar nicht zu suchen ist.

Der Nervus sympathicus der Ganoiden verhält sich wie bei den Knochenfischen, beim *Polypterus* verläuft er jederseits der Aorta und steht mit den Spinalnerven durch sehr lange Rami communicantes in Verbindung.

Noch ist eine sehr eigenthümliche Erscheinung an den untern Dornen (des Schwanztheils der Wirbelsäule) der Ganoiden zu erwähnen, bekanntlich bleiben diese untern Dornen beim *Polypterus* und *Lepisosteus* als besondere der Wirbelsäule angehängte Knochen bestehen, ganz so wie die unteren Dornen am Schwanz einiger Säugethiere. Vergl. Osteol. der Myxin. 97. Das merkwürdige ist nun, dass diese untern Dornen bei den Ganoiden mit knöchernem Skelet, *Ganoidei holostei*, nicht wie bei andern Fischen aus der Vereinigung der untern Apophysen der Wirbelkörper (welche bei den Fischen im Jugendzustande besondere Knochenstücke sind) zu entstehen scheinen, sondern dass sie bei *Lepisosteus* deutlich aus der Vereinigung der Rippen selbst gebildet werden. Bei den Knochenfischen ist es ganz anders; dort entstehen sie ohne alle Ausnahme immer aus der Vereinigung der untern Apophysen der Wirbelkörper, d. h. der untern Wirbelstücke des Fötus und bei sehr vielen Knochenfischen hängen die Rippen noch an den untern Dornen am Ende des Bauches. Dieser Unterschied der *Ganoidei holostei* und Knochenfische gehört zu den wesentlichsten osteologischen Abweichungen, welche überhaupt in der Abtheilung der Wirbelthiere vorkommen. Man muss demnach sehr gespannt sein, den Fötuszustand der Wirbelsäule bei diesen Ganoiden kennen zu lernen. Bei den Stören entsteht der untere Dorn wie gewöhnlich nur aus den

untern Wirbelstücken, welche die ganze Länge der Chorda besetzen.

Von meiner ersten Abhandlung über den Bau der Ganoiden und das natürliche System der Fische hat Hr. C. Vogt eine französische Uebersetzung in den *Annales des sciences naturelles* 1845. Juillet geliefert und dieser Abhandlung einige Bemerkungen folgen lassen; darin ist eine Beobachtung enthalten, wodurch diese Materie um eine wichtige Thatsache vermehrt wird. Vogt hat bei Untersuchung der *Amia calva* des Pariser Museums auf die von mir aufgestellten Charaktere von den Klappen und dem Muskelbeleg des Arterienstiels der Ganoiden in der *Amia* einen neuen Ganoiden der Jetztwelt entdeckt. Er fand nämlich bei diesem Süßwasserfisch Carolina's, der von Cuvier (gleichwie auch *Polypterus* und *Lepisosteus*) unter die Clupeiden gebracht und den ich darunter gelassen, 2 Querreihen von Klappen im Arterienstiel und in jeder Reihe 5—6 Klappen, auch war der Arterienstiel wie bei andern Ganoiden äusserlich von einer scharf abgegrenzten Lage von Muskelfleisch umgeben. *Amia* hat nach demselben Beobachter auch eine schraubenförmige Spiralklappe des Darms, welche einige Windungen macht, ohne jedoch den obern Theil des Darms zu erreichen und welche also wie bei *Lepisosteus* nur auf den Theil des Darms vor dem Mastdarm beschränkt ist. Ungeachtet dieser anatomischen Uebereinstimmung mit *Polypterus* und *Lepisosteus* haben doch die Schuppen der *Amia* mit den Schuppen jener Ganoiden durchaus keine Aehnlichkeit und man sieht hierbei wieder, wie wenig man sich auf die Schuppen verlassen kann. Die Schuppen der *Amia* sind nichts weniger als knöcherne Tafeln, sie sind biegsam und abgerundet. Unter den fossilen Fischen, welche Hr. Agassiz zu den Ganoiden zählte, giebt es schon ähnliche Schuppen bei den *Megalurus* und *Leptolepis* und es ist dies ein Grund mehr, dass diese beiden Gattungen, über welche ich selbst bisher wegen Mangels direkter Charaktere zu keinem bestimmten Urtheil gekommen bin, Ganoiden sein mögen. Auch im Habitus gleicht die *Amia*, wie jene, mehr den Knochenfischen, als den übrigen Ganoiden. Ich hatte ihre äussern Charaktere an dem Exemplare der zoologischen Sammlung zu Paris, so

wie die zellige Schwimmblase an den ausgenommenen Baucheingeweiden im anatomischen Cabinet ebendasselbst untersucht.¹⁾

Vogt glaubt, dass *Amia* ungeachtet des Baues des Arterienstiels von *Sudis* und *Osteoglossum* nicht getrennt werden könne, da sie sonst so ähnlich seien. *Sudis* ist nach meinen Beobachtungen ein Knochenfisch mit 2 Klappen am Ostium arteriosum der Kammer, ohne Muskelbeleg des Arterienstiels und ebenso verhält sich *Osteoglossum*²⁾. Jene Meinung läuft darauf hinaus oder kann so ausgedrückt werden, dass diese Fische zusammen entweder Ganoiden oder zusammen Knochenfische seien, sei es, dass die *Sudis* und *Osteoglossum* der *Amia* oder die *Amia* den *Sudis* und *Osteoglossum* folgen. In der That hält Vogt die *Amia* für einen Ganoiden und *Sudis* sei daher auch ein Ganoid. Weil nun *Sudis* für einen Ganoiden erklärt wird, deswegen sollen die anatomischen Charaktere nicht exclusiv sein. Ich kann nur die Grundsätze wiederholen, die ich in meiner vorigen Abhandlung zur Auscheidung der falschen Ganoiden entwickelt habe. Weil die anatomischen Charaktere der Ganoiden jetzt die einzigen wesentlichen geworden sind, die wir von ihnen kennen und die an ihnen haften bleiben und weil sie exclusiv sind, deswegen sind die *Sudis* und *Osteoglossum* gemeine Knochen-

¹⁾ In meinen Mittheilungen von 1842 und 1843 habe ich die *Amia* übergangen. Sie gehörte mit zu denjenigen Fischen, über welche ich im Herbst 1844 in Paris mich aufzuklären beabsichtigte. In ihrem Habitus lag jedoch nichts, was die Idee eines Ganoiden bei mir erregen konnte, dies war die Ursache, warum ich die Untersuchung des Herzens unterliess und sie bei den Clupeiden liess. Um so verdienstlicher ist die Beobachtung von Vogt, welcher ohne Zweifel durch die Erinnerung an die abweichenden rundschuppigen Ganoiden der Vorwelt zu ihrer Untersuchung bestimmt wurde. Aus meinen Notizen über *Amia* erwähne ich: keine Nebenkiemen, Oberkiefer nach aussen vom Zwischenkiefer, mit einem Anhang; in der Kiemenhöhle unter und hinter den Kiemen ein eigener langer spitzer, platter knorpeliger Fortsatz von runzeliger Haut überzogen, am Isthmus befestigt, gegen den Schultergürtel gerichtet, Schuppen länger als breit, weich biegsam, der Länge nach gestreift.

²⁾ Die Abbildung des *Osteoglossum bicirrosus* in Spix pisc. brasil. ist in Hinsicht des Schwanzes entweder fehlerhaft oder ist von einem Fisch mit monströsem Schwanz entnommen.

fische, also aus demselben Grunde, aus dem die vielen andern einst zu den Ganoiden gezählten Knochenfische daraus ausgeschlossen werden mussten. Das war ja eben die Aufgabe meiner Arbeit, Charaktere zu finden, welche über alle äusseren Formähnlichkeiten hinaus die Fische nach ihren fundamentalen inneren Verwandtschaften zusammenführen. Ich glaube, dass diese Aufgabe für immer gelöst ist und ich kenne keine äussern Charaktere, die wichtig genug wären, 2 Fische zu verbinden, die ihrem innern Bau nach so verschieden sind als ein nacktes und beschupptes Amphibium. So gewiss alle nackten Amphibien übereinstimmen, dass sie ein Aortenherz besitzen, so nothwendig dieses Herz allen beschuppten Amphibien fehlt, so scharf unterscheiden sich die Ganoiden und die Knochenfische in diesem absoluten Charakter. Das Schicksal der *Sudis* und *Osteoglossum* ist sicher bestimmt durch den Bau, den ich von ihnen angegeben und ebenso bestimmt ist das Schicksal der *Amia* als Ganoiden durch die Beobachtung von Vogt entschieden.

Man hielt ehemals die *Esox*, *Belone* und *Lepisosteus* für so ähnlich und verwandt, dass sie vermöge ihrer Form in demselben Genus standen. Nachdem die *Lepisosteus* entfernt waren, schienen wenigstens die Gattungen *Esox* und *Belone* unzertrennlich zu sein; die Anatomie hat diese Verwandtschaft zersetzt, dass davon keine Rede mehr sein kann. Siehe die Abhandlung über die natürlichen Familien der Fische. Arch. f. Naturg. 1843. I. Und worin soll nun die bindende Verwandtschaft der *Amia* mit den *Sudis* und *Osteoglossum* bestehen? und mit den *Erythrinus*? die nach Vogt auch vielleicht Ganoiden sollen sein können, da sie doch wie bündig bewiesen ist, Characinen sind. *Amia*, *Sudis*, *Osteoglossum* sind Fische mit weichen Flossen, abdominalen Bauchflossen und mit schuppenlosem hartem Kopf, grossen Backenknochen, langer Rücken- und Afterflosse, deren Oberkiefer nach aussen vom Zwischenkiefer liegt. Darin stimmen sie überein, was in gegenwärtiger Frage nicht die geringste Bedeutung hat; den harten schuppenlosen Kopf und grosse Backenknochen haben unzählige Fische der verschiedensten Abtheilungen und es ist so wenig etwas ausserordentliches bei den *Sudis* als bei den *Erythrinus*, *Xiphoramphus* und *Xiphostomu* und manchen andern Characinen. Die Schuppen der

Sudis und *Amia* sind gänzlich unähnlich. Diejenigen der *Sudis* (*Arapaima*), *Heterotis*, *Osteoglossum* sind mosaikartig zusammengesetzt, auf der Oberfläche granulirt, die Schuppen der *Osteoglossum* auch wie bei andern Knochenfischen concentrisch gestreift; die Schuppen der *Amia* sind nicht zusammengesetzt und haben auf der Oberfläche parallele der Länge nach verlaufende erhabene Linien.

Ich weiss noch weniger, warum Agassiz in der dritten Lieferung seiner *poissons fossiles du vieux grès rouge* die *Sudis* zu der Familie der Coelacanthen unter den fossilen Ganoiden bringen will. Er bildet sogar dort das Skelet eines *Sudis* zur Erläuterung der Coelacanthen ab. Die Coelacanthen sind nach Agassiz Fische, welche sich auszeichnen, dass ihre Knochen und Flossenstrahlen hohl sind. Bei *Coelacanthus* heften sich die *Ossa interspinosa* auf die *Processus spinosi* und die Flossenstrahlen sind unverästelt. Alles dies kann von den *Sudis* nicht gelten. Wären die *Sudis* den Coelacanthen verwandt, so würde ich es als erwiesen ansehen, dass die ächten Knocheufische der Jetztwelt, allen frühern Folgerungen von Agassiz entgegen, bis in die ältesten Formationen der Vorwelt hinabreichen. In der neuern Monographie hat Agassiz die Coelacanthen mit Hinzuziehung einiger Fische aus andern Familien anders formulirt, als Ganoiden mit runden dachziegel-förmigen Schuppen und gefalteten Zähnen. Diese runden Schuppen würden sich von den Schuppen der Knochenfische nur durch ihren Schmelz auszeichnen. Aber die *Sudis* haben weder den Schmelz der Schuppen noch die Zähne der Coelacanthen. Genau genommen, so wissen wir überhaupt von diesen allgemeiner gefassten Coelacanthen der Vorwelt nur wenig und nur unsicheres. Die Ganoidnatur der ächten Coelacanthen beruht meines Erachtens darauf, dass ihnen die Wirbelkörper fehlen. *Undina* bei Graf Münster Beitr. V. Taf. II., auch von mir selbst untersucht. Dagegen haben wir von den *Amia* und *Sudis* ein über ihre Natur entscheidendes Wissen und die unter sich gänzlich verschiedenen Organisationen der *Amia* und *Sudis* können schwerlich dazu dienen, die unsichere Familie der Coelacanthen aufzuklären. Da ich diese *Sudis* an dem von Rich. Schomburgk eingesandten Weingeist-Exemplare und Skelet längst in allen Beziehungen

anatomisch untersucht habe, so kann ich für gewiss versichern, dass sie sich nicht in einem einzigen Punkt von dem gemeinsamen Typus und Plan aller unserer gemeinen Knochenfische der Neuwelt entfernen. Sie schliessen sich ferner durch die *Osteoglossum* an die *Megalops* und *Notopterus* und durch diese selbst an die *Chatoessus* und *Clupea*. Dass sie durch die Pseudo-branchien nicht einmal geschieden sind, sondern eine fortlaufende Reihe bilden, habe ich in der vorigen Abhandlung bewiesen.

Da *Amia* mit den übrigen Ganoiden in den bis jetzt untersuchten Verhältnissen ihres Baues, in dem Muskelbeleg des Arterienstiels, in seinen mehrfachen Klappenreihen, in der Spiralklappe des Darms stimmt, so lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit voraussagen, dass sie auch ein Chiasma nervorum opticorum, eine Schilddrüse und eine ungespaltene Retina haben werde, und da sie keine Nebenkieme am Kiemendeckel hat, so lässt sich vermuthen, dass sie auch mit *Polypterus* und *Spatularia* den Ast der Kiemenarterie zum Kiemendeckel als Aequivalent der Kiemendeckelkieme haben wird. Die vergleichende Anatomie führt in ihrer vollkommenen Gestalt zu solchen nothwendigen Consequenzen, dass sich für die Organisationen Ausdrücke finden lassen, welche dem Ausdruck einer Gleichung ähnlich sind. Sind diese Ausdrücke erst gefunden, so müssen sich im gegebenen Fall, wie in einer Gleichung, aus den bekannten Grössen die unbekannteren berechnen lassen.

Gegen die erneuerte Vergleichung und Zusammenstellung der Siluroiden, insbesondere Loricarien mit den Stören und *Scaphirhynchus* brauche ich mich wohl nicht anders zu verwahren, als dass ich mich auf allgemein anerkannte Thatsachen der Anatomie beziehe und ich bemerke nur, dass die *Scaphirhynchus*, die ich anatomisch untersucht, den Stören vollkommen gleichen, nicht die geringste Aehnlichkeit mit den Loricarien weder im Skelet noch in den Eingeweiden besitzen, und dass selbst ihre Aehnlichkeit der äussern Gestalt nur metaphorisch ist, indem sie sich bei genauerer Betrachtung der verglichenen Theile, z. B. des Mauls, Schwanzes als völlige Unähnlichkeit herausstellt. Es giebt hier so wenig Uebergänge als zwischen einem Hecht und einem Haifisch. *Loricaria* und *Scaphirhynchus* sind durch einen eben so grossen Abgrund von einander getrennt.

Die anatomischen Charaktere der grossen Abtheilungen müssen allerdings absolut, d. h. ohne Ausnahme sein, sie sind es aber auch. Sie sind nur bis jetzt zu wenig beachtet. Wie viele Zoologen und Anatomen hätten es wohl bis jetzt beachtet, dass alle nackten Amphibien ein Aortenherz besitzen und dass es allen beschuppten fehlt. Welches Amphibium ein Aortenherz besitzt, das, wissen wir, verwandelt sich auch, athmet in der Jugend mit Kiemen, später mit Lungen, und welches Amphibium sich verwandelt, das hat auch ein Aortenherz. Sobald ein Reptil ohne Aortenherz ist, so wissen wir auch, dass es ohne Metamorphose ist und umgekehrt.

Dass es bei den Ganoiden nicht allein auf die Klappenreihen ankömmt, liegt auf der Hand, die auffallenden Unterschiede in den Klappen sind hier gleichzeitig mit der tiefen Verschiedenheit in dem Bau des Herzens, in der Existenz oder dem Mangel einer ganzen Herzabtheilung. Was unter den Amphibien besteht, ist nicht nothwendig unter den Fischen vorhanden. Es ist aber doch beachtungswerth, dass auch unter den Fischen diejenigen, welche eine auffallende Metamorphose besitzen, mit einem Herz des Arterienstiels begabt sind. Ich meine die Plagiostomen, deren Fötus-Larven mit äussern Kiemen versehen sind. Von den Jugendzuständen der Ganoiden wissen wir noch nichts. Unter den Sirenoiden behalten die *Protopterus* (*Lepidosiren annectens*) die von Peters entdeckten äussern Kiemen.

Ich unterscheide von den absoluten die relativen anatomischen Charaktere. Organe, welche in einzelnen Familien, Gattungen, Arten fehlen, wie die Schwimmblase, können nicht zur Formulirung der grossen Abtheilungen oder Unterklassen benutzt werden, aber sie haben einen relativen Werth bei den untergeordneten Sectionen; d. h. das Organ, wenn es vorkömmt, muss nach den Principien der Ordnung oder Familie formirt sein. Auf die Gegenwart der Schwimmblase ist unter keinen Umständen irgend ein Werth zu legen, über ihr Bau ist, sofern sie vorhanden ist, unabänderlichen Gesetzen unterworfen, welche wir kennen, sobald wir die wahren Ordnungen und Familien der Fische kennen. Nach diesem Gesetz ist sie unter allen Physostomi abdominales und apodes mit einem Luftgang versehen, sobald sie überhaupt da ist und

entbehrt sie des Luftganges bei allen Anacanthini (subbrachii und apodes), allen Acanthopteri, allen Pharyngognathi mit stacheligen oder weichen Flossen. Nach diesem Gesetz der relativen anatomischen Charaktere ist die Schwimmblase bei den Cyprinoiden und Characinen in die Quere getheilt, und bei den Cyprinoiden, Characinen, Siluroiden, sofern sie vorhanden ist, ohne Ausnahme mit dem Gehörorgan durch eine Kette von Gehörknöchelchen verbunden.

Alles dies führte mich gerade zu dem entgegengesetzten Resultat von demjenigen, was Vogt aus seinen Beobachtungen gezogen und womit er seine Bemerkungen schliesst und ich beweise damit, dass die anatomischen Charaktere in bestimmter Folge der Abtheilungen, Ordnungen und Familien exclusiv sind, dass man allein danach die Classification der Fische unternehmen kann, auch ist es zu erwarten, dass die vergleichende Embryologie der Fische, weit entfernt Thatsachen von abweichender Consequenz zu liefern, nur dasjenige bestätigen kann, was uns die vergleichende Anatomie gelehrt hat, wie es auch schon jetzt in Hinsicht der Embryologie der Knochenfische und Plagiostomen vorliegt.

Unter den äussern Charakteren giebt es ähnliche wie diejenigen, welche wir als relative anatomische Charaktere bezeichneten und die gehören zu den wichtigern, z. B. die Fulera sind nicht allen Ganoiden eigen, fehlen aber ohne Ausnahme den Knochenfischen. Wo sie vorkommen, zeigen sie mit Evidenz den Ganoiden und dessen ganze innere Struktur an. Sonst sind die äussern Merkmale meist von untergeordneter Wichtigkeit. Auf Schuppen, Panzer und dergleichen ist niemals irgend ein Werth von Belang zu legen, das sind Sachen, welche selten in Familien und meist nur bei einzelnen Gattungen der Familien in Betracht kommen. Da noch öfter vom Schmelz der Schuppen bei Ganoiden die Rede ist, so will ich nur bemerken: *Amia* hat keinen Schmelz auf den Schuppen, die Art Schmelz, die aus erhabenen Linien einer von dem Körper der Schuppen verschiedenen Substanz besteht, kommt den mehrsten Knochenfischen zu, und wieder giebt es Knochenfische mit tropfartigem Schmelz, wie auf den Schildern einiger *Ostracion*. Dass aber die *Ostracion* Knochenfische sind, habe ich in der vorigen Abhandlung bewiesen.

Ueber die Stellung der *Amia* im System der Ganoiden lässt sich schon jetzt bemerken, dass sie weder zur Familie der *Lepidosteini* noch zu der der *Polypterini* gerechnet werden kann. Denn von jenen wird sie durch den Mangel der Fulcra an den Flossen ausgeschlossen, von diesen durch den Mangel der nur den *Polypterus* eigenen Flossenbildung, der Polypterie der Rückenflosse. Ich halte *Amia* für den lebenden Repräsentanten einer eigenen Familie der Ganoiden, deren analoge Gattungen von ähnlicher Gestalt, Flossenbildung, weichen Schuppen und knöcherner Wirbelsäule unter den fossilen *Megalurus*, *Leptolepis*, *Thrissops* und ihren Verwandten, überhaupt unter den *Ganoidei holostei* ohne Fulcra der Flossen leicht erkennbar sind. Die Verschiedenheit der *Amidae* und der *Coelacanthi* als Familien der Ganoiden ist hinreichend bewiesen durch das was oben über den unossificirten Zustand der Wirbelkörper bei *Undina* bemerkt worden ist; abgesehen davon, dass bei *Macropoma* auch Fulcra der Flossen beobachtet sind. Die *Lepidosteini* sind sehr zahlreich durch die fossilen Ganoiden mit doppelten Reihen der Fulcra an den Flossen (*Lepidotus* und Verwandten), die *Polypterini* gar nicht in der fossilen Vorwelt repräsentirt.

Zuletzt verdient erwogen zu werden, in wie weit Aussicht vorhanden sei, dass die Zahl der noch lebenden Ganoiden durch fernere anatomische Untersuchung der Gattungen auf die von mir gefundenen Charaktere vermehrt werden könne. Unter den Seefischen dürften schwerlich noch Ganoiden verborgen sein, und wenn es deren noch giebt, so dürften sie unter den wenigen noch nicht untersuchten Gattungen von Flussfischen mit abdominalen Bauchflossen zu suchen sein. Nordamerika, namentlich die Fauna des Ohio, (*Rafinesque ichthyologia ohioensis*) würde hauptsächlich in Betracht kommen. Unter einigen noch nicht wiedergesehenen Formen scheint besonders der *Sarchirus vittatus* des *Rafinesque* J. Acad. Philad. I. 418. Taf. XVII. Fig. 2 beachtenswerth, den ich wegen seiner äusseren Formen vorläufig zu den *Scomberesoces* gezogen, und dessen Stellung durch Untersuchung der Schlundknochen und der Herzklappen u. a. noch festzustellen ist.
